



0340  
GSP 1373 #3  
Attorney Docket HAG 111

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

)  
Tsutomu SHOKI

)  
Serial No: 09/052,670

)  
Filed: March 31, 1998

)  
Examiner:

)  
Art Unit:

)  
For: X-RAY MASK BLANK AND X-RAY  
MASK

I hereby certify that this correspondence  
is being deposited with the United States  
Postal Service as first class mail in an  
envelope addressed to Assistant  
Commissioner for Patents, Washington,  
D.C. 20231, on May 1, 1998

Cristine m. noll

Assistant Commissioner  
for Patents  
Washington, D.C. 20231

Date 5/1/98

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Dear Sir:

We now enclose a certified copy of Japanese Patent  
Application no. 9-080762, filed March 31, 1997, on which we claim  
priority in the above referenced case.

Respectfully submitted,

Mark J. Murphy  
Registration No. 34,225

COOK, McFARRON & MANZO, LTD.  
200 West Adams Street  
Suite 2850  
Chicago, Illinois 60606



日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
this Office.

願年月日  
Date of Application:

1997年 3月31日

願番号  
Application Number:

平成 9年特許願第080762号

願人  
Applicant(s):

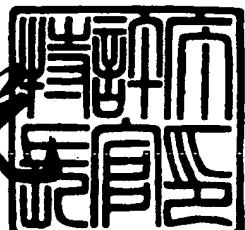
ホーヤ株式会社

CERTIFIED COPY OF  
THIS PAGE IS A COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

1998年 4月 3日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

荒井寿光



【書類名】 特許願  
【整理番号】 HOY469  
【提出日】 平成 9年 3月31日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 21/027  
G03F 1/16  
【発明の名称】 X線マスクブランク及びX線マスク  
【請求項の数】 5  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都新宿区中落合2丁目7番5号ホーヤ株式会社内  
【氏名】 笑喜 勉  
【特許出願人】  
【識別番号】 000113263  
【氏名又は名称】 ホーヤ株式会社  
【代表者】 山中 衛  
【代理人】  
【識別番号】 100091362  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 阿仁屋 節雄  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100090136  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 油井 透  
【手数料の表示】  
【納付方法】 予納  
【予納台帳番号】 013675  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003227

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】

X線マスクブランク及びX線マスク

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に少なくともX線透過膜を有するX線マスクブランクにおいて、

前記X線透過膜が下記(1)式を満たす表面状態を有するものであることを特徴とするX線マスクブランク。

$$(R\alpha_{\max} - R\alpha_{\min}) / (R\alpha_{\max} + R\alpha_{\min}) \leq 0.15 \cdots (1)$$

但し、

$R\alpha_{\max}$  ; X線透過膜の所定領域内の複数箇所における表面粗さ( $R\alpha$ ; 中心線平均粗さ)のうちの最大の $R\alpha$ 値

$R\alpha_{\min}$  ; X線透過膜の所定領域内の複数箇所における表面粗さ( $R\alpha$ ; 中心線平均粗さ)のうちの最小の $R\alpha$ 値

とする。

【請求項2】 前記X線透過膜の所定領域内の複数箇所における表面粗さ( $R\alpha$ ; 中心線平均粗さ)の平均が1.0nm以下であることを特徴とする請求項1に記載のX線マスクブランク。

【請求項3】 前記X線透過膜の表面が略均一に研磨された面であることを特徴とする請求項1又は2に記載のX線マスクブランク。

【請求項4】 前記X線透過膜が炭化珪素膜からなることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載のX線マスクブランク。

【請求項5】 枠体に支持されたX線透過膜上にX線吸収膜パターンを有するX線マスクにおいて、

請求項1～4に記載のX線マスクブランクを用いて製造されたことを特徴とするX線マスク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、X線リソグラフィー法に用いるX線マスク及びその材料たるX線マスクブランクに関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体産業において、シリコン基板等に微細なパターンからなる集積回路を形成する技術として、露光用電磁波に可視光や紫外線を用いて微細パターンを転写するフォトリソグラフィー法がよく知られている。しかし、近年半導体技術の進歩とともに、超LSIなどの半導体装置の高集積化が著しく進み、従来のフォトリソグラフィー法に用いてきた可視光や紫外線での転写限界（波長による原理的限界）を超えた高精度の微細パターンの転写技術が要求されるに至った。このような微細パターンを転写させるために、可視光や紫外線よりも波長の短いX線を用いるX線リソグラフィー法が試みられている。

【0003】

図2はX線リソグラフィーに用いられるX線マスクの構造を示す断面図であり、図3はX線マスクを製造する際の中間工程で得られる中間品としてのX線マスクブランクの1例の構造を示す断面図である。

【0004】

図2に示したようにX線マスク1は、X線を透過するX線透過膜（メンブレン）12と、該X線透過膜12の上に形成されたX線吸収膜パターン13aから構成されており、X線透過膜12は、シリコン基板の周辺部のみを残して他を除去することによって形成されたシリコン枠体11aに支持されている。このX線マスク1を製造する際にはその中間工程において中間品たるX線マスクブランクが製造され、このX線マスクブランクにさらに加工が施されてX線マスクが得られる。当該産業界においては、完成品たるX線マスクが取り引きの対象となることは勿論であるが、中間品たるX線マスクブランクも独立して取り引きの対象となる場合も多い。

## 【0005】

図3に示したように、X線マスクブランク2は、シリコン基板11上に形成されたX線透過膜12と、該X線透過膜の上に形成されたX線吸収膜13とから構成されている。

## 【0006】

X線透過膜12としては、窒化硅素、炭化硅素、ダイヤモンドなどが一般に用いられ、X線吸収膜13には、X線照射に対して優れた耐性をもつTaを含むアモルファス材料が良く用いられている。

## 【0007】

このX線マスクブランク2からX線マスク1を作製するプロセスとしては、例えば、以下の方法が用いられる。すなわち、図3に示されるX線マスクブランク2上に所望のパターンを形成したレジスト膜を配し、このパターンをマスクにしてドライエッチングを行い、X線吸収膜パターンを形成する。その後裏面に形成されX線透過膜12のウインドウエリアとなる中心部の領域をCF<sub>4</sub>をエッティングガスとしたリアクティブイオンエッチング(RIE)により除去し、残った膜(12a; 図2参照)をマスクにして、フッ酸と硝酸の混合液からなるエッティング液によりシリコン基板11をエッチングしてX線マスク1(図2参照)を得る。この場合、レジストは一般に、電子ビーム(EB)レジストを用いEB描画法によりパターン形成を行う。

## 【0008】

ここで、X線透過膜12としては、X線に対する高い透過性、高ヤング率、適度な引っ張り応力、X線に対する照射耐性、可視域での高い透過性などが要求される。以下にそれぞれの特性を説明する。

## 【0009】

X線に対する透過性は、露光時に要求され、透過性が高いほど露光に要する時間を短くできスループットを上げるのに効果的である。ヤング率は膜の強度や吸収体パターンの歪みに影響を及ぼし、ヤング率が高い程膜強度は高くなり位置歪みを抑えるのに効果がある。適度な引っ張り応力は、膜を自立化させる上で必要である。露光時にX線透過膜はX線の照射を受けるが、このX線の照射に対して

ダメージがないことが必要であり、X線に対する照射耐性が要求される。X線ステッパーへマスクを装着してのマスクとウエハとの位置合わせに可視域の光源を用いたアライメントを行うが、高精度なアライメントを実現するためにアライメント光源（可視光）に対して高い透過性が必要になる。さらに、膜表面は平滑であることが要求される。表面平滑性は、吸収体の高精度なパターン形成に必要とされている。

#### 【0010】

これらの要求を満たすために様々な材料や製法が研究されてきたが、これまでにX線透過膜として用いられてきた窒化珪素、炭化珪素（SiC）、ダイヤモンドの中で、炭化珪素は、X線に対してダメージがないことが確認されており、最も有望な材料であるといえる。しかしながら、一般に良く用いられるSiC膜は多結晶の構造をもち、結晶構造に起因した6 nm（Ra：中心線平均粗さ）以上に粗れた膜表面を有する。このようなSiC膜の表面平滑化として、成膜後にエッチバック法や機械研磨を行う方法が実施されている。エッチバック法は、粗れたSiC膜上にレジストをコートし、得られた平滑なレジスト面をドライエッティングによりSiC膜へ転写する技術であり、機械研磨は、ダイヤモンドやアルミナのような硬い粒子を研磨材として用いて物理的にSiC膜表面の凸凹部分を削る方法である。例えば、特公平7-75219によれば、エッチバックや機械研磨により20 nm以下の表面粗さを得ている。ここでの表面粗さの定義は明確でないが、この粗さは最大高さ（R<sub>max</sub>）と予想され、Ra換算すると約2 nm以下に相当する。

#### 【0011】

##### 【発明が解決しようとする課題】

近年、フォトリソグラフィー技術の進歩に伴い、X線リソグラフィーの導入時期が先送りされ、現状では1 G bit-DRAM（デザインルール：0.18 μm）の世代から導入される見通しとなった。そして、X線リソグラフィーは、1 Gから導入された場合でも、4 G、16 G、64 Gまで複数世代に亘って使用できるという特徴を有している。64 Gでの使用を想定した場合、X線マスクに要求される位置精度は一層厳しくなり10 nmという高い位置精度が必要になる。そのよ

うな位置精度に抑えるために、X線吸収膜のマスクパターン形成エリアにおける内部応力を均一にすることが有効であることを本発明者は既に見出した（特願平8-233402）。さらに研究を重ねた結果、X線透過膜表面の粗さが、その上に形成されるX線吸収膜の応力分布に敏感に影響を与えることを見出した。

## 【0012】

本発明は、上述の背景の下でなされたものであり、X線吸収膜の応力分布を抑えたX線マスクブランク及び高精度なパターン転写を行うことができるX線マスクを提供することを目的とする。

## 【0013】

## 【課題を解決するための手段】

上述の課題を解決するために、

請求項1の発明は、

基板上に少なくともX線透過膜を有するX線マスクブランクにおいて、

前記X線透過膜が下記(1)式を満たす表面状態を有するものであることを特徴とする。

## 【0014】

$$(R_a_{\max} - R_a_{\min}) / (R_a_{\max} + R_a_{\min}) \leq 0.15 \cdots (1)$$

但し、

$R_a_{\max}$  ; X線透過膜の所定領域内の複数箇所における表面粗さ ( $R_a$  ; 中心線平均粗さ) のうちの最大の  $R_a$  値

$R_a_{\min}$  ; X線透過膜の所定領域内の複数箇所における表面粗さ ( $R_a$  ; 中心線平均粗さ) のうちの最小の  $R_a$  値

とする。

## 【0015】

請求項2の発明は、

請求項1の発明において、前記X線透過膜の所定領域内の複数箇所における表面粗さ ( $R_a$  ; 中心線平均粗さ) の平均が  $1.0 \text{ nm}$  以下であることを特徴とする。

【0016】

請求項3の発明は、

請求項1又は2の発明において、前記X線透過膜の表面が略均一に研磨された面であることを特徴とする。

【0017】

請求項4の発明は、

請求項1ないし3のいずれかの発明において、前記X線透過膜が炭化珪素膜からなることを特徴とする。

【0018】

請求項5の発明は、

枠体に支持されたX線透過膜上にX線吸収膜パターンを有するX線マスクにおいて、請求項1～4に記載のX線マスクブランクを用いて製造されたことを特徴とする。

【0019】

本発明者等は、X線透過膜の表面粗さとX線吸収膜の応力分布に関し研究を重ねた結果、X線透過膜の表面粗さに分布があると吸収膜の応力の分布を引き起こし、パターン位置精度の低下を招くことがわかった。表面粗さの分布状態は、式(1)の左辺の値によって現わすことができる。いま、式(1)の左辺の値を表面粗さの分布値とした場合、X線透過膜の表面粗さの分布値が0.15(15%)を超えると、X線吸収膜の応力分布が大きくなり、パターン位置精度の低下を招くおそれがある。X線透過膜の表面粗さの分布値は、0.15以下が好ましく、さらには0.1以下であることがより好ましい。

【0020】

X線吸収膜においては、マスクパターン形成エリア内の応力分布を制御することが重要であるため、X線透過膜の表面粗さの分布の制御についてもマスクパターン形成エリアで行うことか好ましい。また、X線透過膜の所定領域内の複数箇所における表面粗さ( $R_a$ ; 中心線平均粗さ)の平均を1.0nm以下とすることにより、X線透過膜の表面粗さの分布をある程度抑えることか可能である。

## 【0021】

ここで、用いる基板としては、シリコン基板等が挙げられる。また、X線透過膜としては、SiC, SiN、ダイヤモンド等が挙げられる。中でも、X線照射耐性の観点からSiCが好ましい。

## 【0022】

また、X線透過膜の表面粗さのばらつきを抑えるためには、X線透過膜付き基板を均等に研磨することが有効であり、そのためには、X線透過膜付き基板の基板固定治具への貼りつけて固定し、該基板固定治具に研磨布等の研磨手段に対して荷重をかけて研磨することにより均等に研磨することが可能である。X線透過膜付き基板の基板固定治具への貼り付け方としては、SUS製治具に水を介して貼り付ける方法（水貼り法）が好ましい。即ちワックスや接着テープ等で基板を基板固定治具に貼り付ける方法は、X線マスクブランクのような比較的薄い基板の場合、貼り付け時に基板が変形しやすく、研磨すると研磨むらが生じてしまい好ましくない。一方、水貼り法で基板を基板固定治具に貼り付ければ、貼り付け時の基板の変形を避けることでき、均一な研磨が可能である。特に、X線透過膜としてSiCを用いる場合は、荷重を50～400g/cm<sup>2</sup>程度かけることが好ましい。SiCは硬い膜であるため研磨材としてダイヤモンドを用いることが好ましい。但し、表面に傷を生ずることを防止するために、ダイヤモンドの平均粒径が0.05～0.3μm程度と比較的小さい粒径のものを用いるか、又はそれより大きいもの（0.3～0.6μm程度）のものを用い、その後コロイダルシリカにより研磨する方法等がある。また、ダイヤモンドを用いずにコロイダルシリカを用いる場合、過酸化水素を含有することにより平坦で傷のない表面を得ることができる。

## 【0023】

なお、本発明のX線マスクブランクにおいては、X線透過膜とX線吸収膜との間に、エッチング停止層、密着層、反射防止層、導電層の膜を設けたものでもよく、また、X線吸収膜上にマスク層、保護層、導伝層を設けたものでもよい。

## 【0024】

## 【実施の形態】

図1は本発明の実施例にかかるX線マスクの製造方法の説明図である。以下、図1を参照にして実施例のX線マスクブランク及びX線マスクを説明する。

## 【0025】

## (実施例1)

## [X線透過膜の形成]

まず、シリコン基板11の両面にX線透過膜12として炭化珪素膜を成膜する。シリコン基板1は、大きさ4インチφ、厚さ2mmで結晶方位(100)のシリコン基板を用いる。また、X線透過膜としての炭化珪素膜は、ジクロロシランとアセチレンを用いてCVD法により2.1μmの厚みに成膜する。次に、X線透過膜12の表面を機械研磨により平滑化処理する。機械研磨は、X線透過膜12を形成した基板の裏面をステンレス(SUS)製の治具に水貼り法で貼り付け固定し、膜表面を平均粒径1/8μm(0.05~0.35μm径;日本エンギス製)のダイヤモンド粒子を分散させた凝固ポリマータイプの軟質研磨布に当てるがい、治具に200g/cm<sup>2</sup>の荷重をかけながら60rpmで回転させて5分間研磨した。

## 【0026】

ここで得られた表面に対し、基板中央部30×30mmの範囲で、100点における表面粗さ(Ra)をそれぞれ原子間力顕微鏡で測定し、その最大値、最小値から式(1)の左辺の値(表面粗さの分布値)を求めたところ、0.05であり、表面粗さの平均は0.35nmであった。また、このとき表面の傷は、0.2μm以下であった。

## 【0027】

## [X線吸収膜の形成]

次に、図1(B)に示すように、X線透過膜12上にタンタル及びホウ素からなるX線吸収膜13をDCマグネットロンスパッタ法によって0.5μmの厚さに形成する。スパッタターゲットは、タンタルとホウ素を原子数比(Ta/B)で8/2の割合で含む焼結体を用いる。スパッタガスは、Xeで、RFパワー密度

6.  $5 \text{ W/cm}^2$ 、スパッタガス圧 $0.35 \text{ Pa}$ とする。次いで、この基板を窒素中 $250^\circ\text{C}$ 、2時間の条件でアニーリングを行い、 $10 \text{ MPa}$ 以下の低応力のX線吸収膜13を得た。ここで、X線吸収体膜の応力をNTTアドバンステクノロジー（株）製の高精度応力測定装置（WS-5000）により、上述のX線透過膜の表面粗さを測定したときと同様の範囲において測定したところ、 $0 \pm 4 \text{ MPa}$ であった。

#### 【0028】

##### [エッチングマスク層の形成]

次に、図3（C）に示すように、X線吸収膜13の上にエッチングマスク層14としてクロム炭化物を含むクロム膜をRFマグネットロンパッタ法によって $0.05 \mu\text{m}$ の厚さに形成した。スパッタターゲットにCrを用い、スパッタガスは、Arにメタンを7%混合したガスで、RFパワー密度 $6.5 \text{ W/cm}^2$ 、スパッタガス圧 $1.2 \text{ Pa}$ として、 $100 \text{ MPa}$ 以下の低応力のエッチングマスク層を得た。

#### 【0029】

この段階で得られたものもX線マスクブランクの1種として取り扱われる。

#### 【0030】

##### [X線吸収膜パターンの形成及び枠体の形成]

X線マスクブランク2上に所望のパターンを形成したレジスト膜を配し、このパターンをマスクにドライエッチングを行い、X線吸収膜パターンを形成する。その後裏面に形成されX線透過膜12のウインドウエリアとなる中心部の領域を $\text{CF}_4$ をエッチングガスとしたリアクティビティオニエッティング（RIE）により除去し、残った膜12aをマスクにして、フッ酸と硝酸の混合液からなるエッチング液によりシリコン基板11をエッチングしてX線シリコン枠体11aを形成し、X線マスクを得る。なお、この場合、レジストは一般に、電子ビーム（EB）レジストを用いEB描画法によりパターン形成を行う。

#### 【0031】

本実施例で作製したX線マスクについて、X線吸収膜パターンの位置歪み（設計パターンに対して実際に形成されたパターンのずれ）を座標測定機によって評

価した結果、18 nmの位置精度であり、十分なものであった。

### 【0032】

(実施例2)

#### 【X線透過膜の形成】

まず、シリコン基板11の両面にX線透過膜12として炭化珪素膜を成膜する。シリコン基板1は、大きさ4インチφ、厚さ2 mmで結晶方位(100)のシリコン基板を用いる。また、X線透過膜としての炭化珪素膜は、ジクロロシランとアセチレンを用いてCVD法により2.1 μmの厚みに成膜する。次に、X線透過膜12の表面を機械研磨により平滑化処理する。機械研磨は、X線透過膜12を形成した基板の裏面をステンレス(SUS)製の治具に貼り付け固定し、膜表面を平均粒径1/4 μm(0.1~0.6 μm径;日本エンギス製)のダイヤモンド粒子を分散させた凝固ポリマータイプの軟質研磨布に当てがい、治具に200 g/cm<sup>2</sup>の荷重をかけながら60 rpmで回転させて5分間研磨し、表面粗さRaで1 nm以下の表面を得る。しかし、こうして得られた膜の表面には、0.2 μm以上の傷が存在した。そこで、さらに基板の裏面をSUS製の治具に固定し、基板をコロイダルシリカ(粒径60~80 nm)を分散させたスウェードタイプ(不織布タイプ)研磨布に当てがい、180 g/cm<sup>2</sup>の荷重をかけながら60 rpmで回転させて5分間研磨し表面の傷を0.2 μm以下とした。こうして得られたX線透過膜の表面粗さの分布を実施例1の場合と同様にして求めたところ、0.08であり、表面粗さの平均は0.70 nmであった。こうして得られたものもX線マスクブランクの1種として取り扱われる。

### 【0033】

#### 【X線吸収膜の形成】

次に、図1(B)に示すように、X線透過膜12上にタンタル及びホウ素からなるX線吸収膜13をDCマグネットロンスパッタ法によって0.5 μmの厚さに形成する。スパッタターゲットは、タンタルとホウ素を原子数比(Ta/B)で8/2の割合で含む焼結体を用いる。スパッタガスは、Xeで、RFパワー密度6.5 W/cm<sup>2</sup>、スパッタガス圧0.35 Paとする。次いで、この基板を窒素中250°C、2時間の条件でアニーリングを行い、10 MPa以下の低応力の

X線吸収膜13を得た。この膜の表面の応力分布を上記と同様にして求めたところ、 $0 \pm 5 \text{ MPa}$ であった。この段階で得られたものもX線マスクブランクの1種として取り扱われる。

#### 【0034】

##### [エッティングマスク層の形成]

次に、図1(C)に示すように、X線吸収膜13の上にエッティングマスク層14としてクロム炭化物を含むクロム膜をRFマグネットロンパッタ法によって $0.05 \mu\text{m}$ の厚さに形成した。スパッタターゲットにCrを用い、スパッタガスはArにメタンを7%混合したガスで、RFパワー密度 $6.5 \text{ W/cm}^2$ 、スパッタガス圧 $1.2 \text{ Pa}$ として、 $100 \text{ MPa}$ 以下の低応力のエッティングマスク層を得た。なお、この段階で得られたものもX線マスクブランクの1種として取り扱われる。

#### 【0035】

##### [X線吸収膜パターンの形成及び枠体の形成]

X線マスクブランク2上に所望のパターンを形成したレジスト膜を配し、このパターンをマスクにドライエッティングを行い、X線吸収膜パターンを形成する。その後裏面に形成されX線透過膜12のウインドウエリアとなる中心部の領域を $\text{CF}_4$ をエッティングガスとしたリアクティビティオノンエッティング(RIE)により除去し、残った膜12aをマスクにして、フッ酸と硝酸の混合液からなるエッティング液によりシリコン基板11をエッティングしてX線シリコン枠体11aを形成し、X線マスクを得る(図1(D)参照)。なお、この場合、レジストは一般に、電子ビーム(EB)レジストを用いEB描画法によりパターン形成を行う。

#### 【0036】

本実施例で作製したX線マスクについて、X線吸収膜パターンの位置歪みを座標測定機によって評価した結果、 $15 \text{ nm}$ の位置精度であり、十分なものであった。

#### 【0037】

##### (実施例3)

この実施例は、上述の実施例1、2におけるX線透過膜12の形成工程におい

て、X線透過膜12たる炭化珪素膜を研磨する工程として、以下のメカノケミカル研磨を行うようにした点を除けば実施例1、2と同一である。

#### 【0038】

この実施例のメカノケミカル研磨は、基板をコロイダルシリカ（粒径60～80nm）を分散させた凝固ポリマータイプの研磨布にあてがい、180g/cm<sup>2</sup>の荷重をかけながら60rpmで回転させて10分間研磨する。ここで、コロイダスラリー中にH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>を30%添加し、溶媒のpHを弱アルカリ（8.5）にする。これにより、触媒作用が活発になり、研磨速度の増加と表面平滑化が実現できた。

#### 【0039】

この実施例においては、X線透過膜の研磨が終了した後に該X線透過膜の表面粗さの分布を実施例1の場合と同様にして求めたところ、0.12であり、表面粗さの平均は0.85nmであった。

#### 【0040】

また、X線吸収膜を形成した後に該X線吸収膜の応力分布を実施例1の場合と同様にして求めたところ、0±6MPaであった。

#### 【0041】

さらに、本実施例で作製したX線マスクについて、X線吸収膜パターンの位置歪みを座標測定機によって評価した結果、20nmの位置精度であり、要請される位置精度を満たすものであった。

#### 【0042】

##### (比較例)

この比較例は、上述の実施例1におけるX線透過膜12の研磨工程において、X線透過膜12を形成した基板の裏面をステンレス(SUS)製の治具に固定する方法として、実施例1の場合と異なり（実施例1の場合は水貼り法を用いた）、ワックスを用いて固定した点を除けば、実施例1と同一である。

#### 【0043】

この比較例においては、X線透過膜の研磨が終了した後に該X線透過膜の表面粗さの分布を実施例1の場合と同様にして求めたところ、0.25であり、表面

粗さの平均は0.43nmであった。

#### 【0044】

また、X線吸収膜を形成した後に該X線吸収膜の応力分布を実施例1の場合と同様にして求めたところ、 $0 \pm 15 \text{ MPa}$ であった。

#### 【0045】

さらに、本実施例で作製したX線マスクについて、X線吸収膜パターンの位置歪みを座標測定機によって評価した結果、35nmの位置精度であり、要請される位置精度を満たすことのできないものであった。

#### 【0046】

図4は以上の各実施例及び比較例のX線透過膜の表面粗さの分布値、X線透過膜の表面粗さの平均、X線吸収膜の応力分布及びX線吸膜パターンの位置精度をまとめて表にして掲げた図である。

#### 【0047】

なお、上述の実施例においては、X線吸収膜として、TaとBの化合物（Ta/B=8/2）を用いたが、この代わりに、例えば、金属Ta、Taを含むアモルファス材料、 $\text{Ta}_4\text{B}$ 以外の組成を持つホウ化タンタル等を用いてもよい。

#### 【0048】

また、X線マスクブランクの構造としては、実施例で掲げたもの外に、基板にX線透過膜を形成した後に、基板の裏面からその中央部を除去して棒体を形成し、この棒体にX線透過膜が張られた状態のいわゆるメンブレン化した構造のものも考えられる。要するに、X線マスク製造工程における中間品は全てX線マスクブランクであることができる。

#### 【0049】

さらに、X線透過膜とX線吸収膜との間に、密着層、反射防止膜等を設けてもよし。その場合、それらの膜形成後にその表面の欠陥検査を行うようとする。

#### 【0050】

##### 【発明の効果】

以上詳述したように、本発明は、X線透過膜の所定領域内の複数箇所における表面粗さ（Ra；中心線平均粗さ）のうちの最大のRaの値をRa<sub>max</sub>、最小の

$R_a$  の値を  $R_{a_{min}}$  としたとき、該 X 線透過膜表面が、 $(R_{a_{max}} - R_{a_{min}}) / (R_{a_{max}} + R_{a_{min}}) \leq 0.15$  の式を満たす表面状態を有するものであることを特徴とするもので、これにより、X 線吸収膜の応力分布を抑えた X 線マスクプランク及び高精度なパターン転写を行うことができる X 線マスクを得ることを可能にしたものである。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の実施例にかかる X 線マスクの製造方法の説明図である。

##### 【図 2】

X 線マスクの構造を説明するための断面図である。

##### 【図 3】

X 線マスクプランクの構造を説明するための断面図である。

##### 【図 4】

各実施例及び比較例の X 線透過膜の表面粗さの分布値、X 線透過膜の表面粗さの平均、X 線吸収膜の応力分布及び X 線吸収膜パターンの位置精度をまとめて表にして掲げた図である。

#### 【符号の説明】

1 … X 線マスク

2 … X 線マスクプランク

1 1 a … シリコン支持枠

1 1 … シリコン基板

1 2 … X 線透過膜

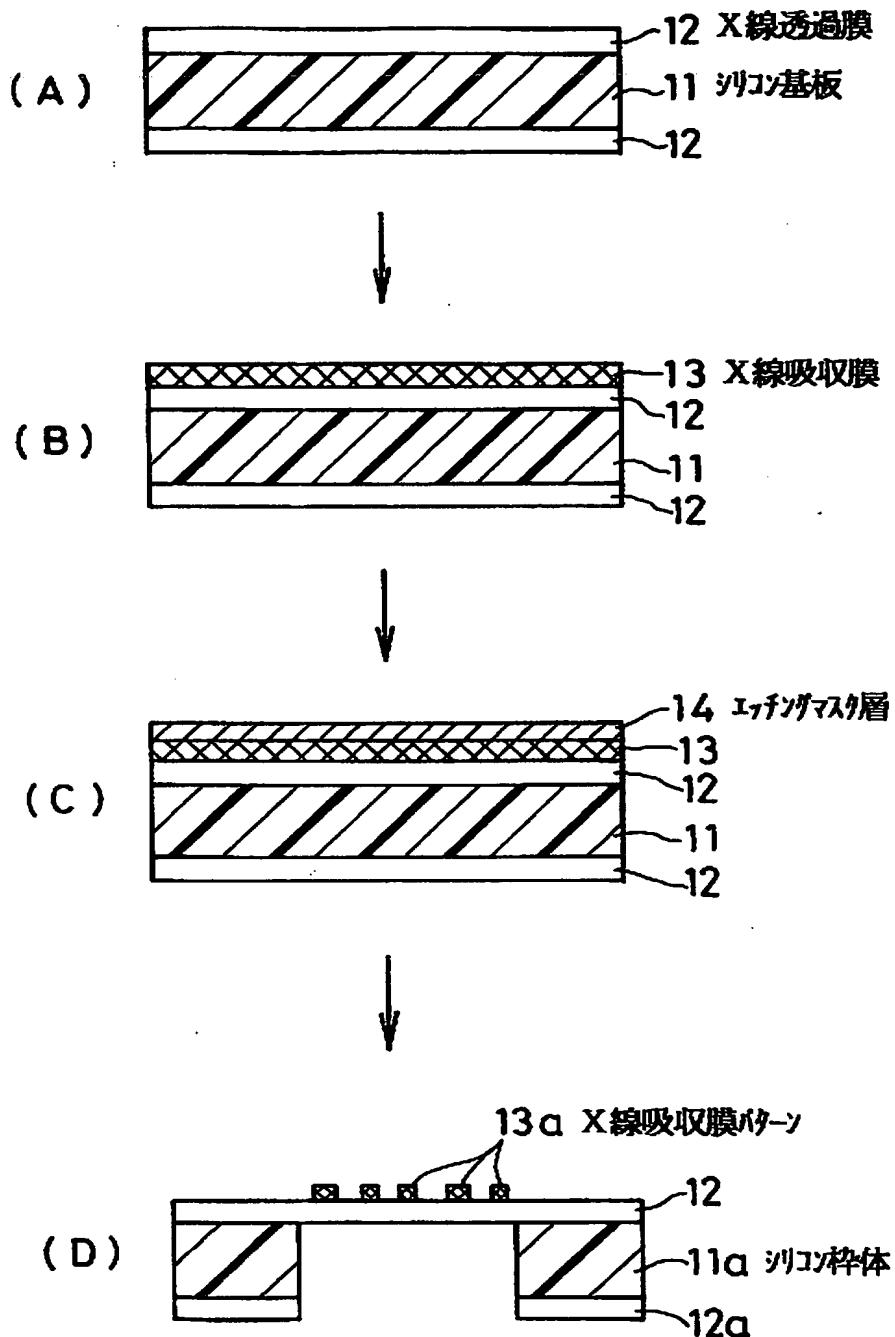
1 3 … X 線吸収膜

1 3 a … X 線吸収膜パターン

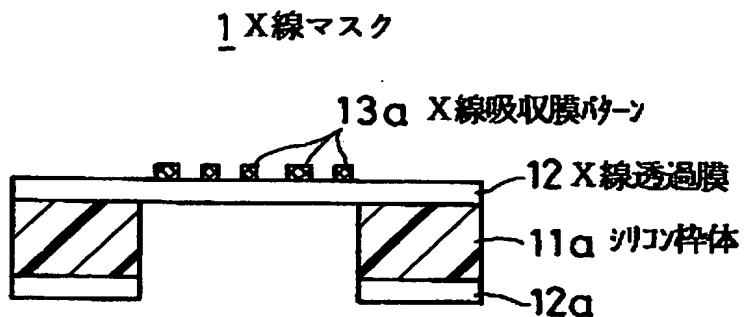
1 4 … エッチングマスク層

【書類名】 図面

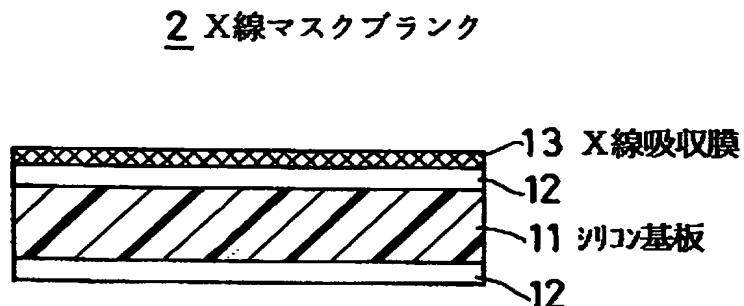
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

	X線透过膜の表面粗さの分布 値	X線透过膜の表面粗さの平均 (nmRa)	X線吸収膜の応力分布 (×MPa)	位置精度 $3\sigma$ (nm)
実施例 1	0. 0 5	0. 3 5	0±4	1 8
実施例 2	0. 0 8	0. 7 0	0±5	1 5
実施例 3	0. 1 2	0. 8 5	0±6	2 0
比較例 1	0. 2 5	0. 4 3	0±1.5	3 5

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 X線吸収膜の応力分布を抑えたX線マスクブランク及び高精度なパターン転写を行うことができるX線マスクを得る。

【解決手段】 X線透過膜12の所定領域内の複数箇所における表面粗さ( $R_a$ ; 中心線平均粗さ)のうちの最大の $R_a$ の値を $R_{a_{max}}$ 、最小の $R_a$ の値を $R_{a_{min}}$ としたとき、該X線透過膜12の表面が、 $(R_{a_{max}} - R_{a_{min}}) / (R_{a_{max}} + R_{a_{min}}) \leq 0.15$ の式を満たす表面状態を有するものにする。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ  
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000113263  
【住所又は居所】 東京都新宿区中落合2丁目7番5号  
【氏名又は名称】 ホーヤ株式会社  
【代理人】 申請人  
【識別番号】 100091362  
【住所又は居所】 東京都豊島区東池袋1丁目47番12号 東光ビル  
1号館5階  
【氏名又は名称】 阿仁屋 節雄  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100090136  
【住所又は居所】 東京都豊島区東池袋1丁目47番12号 東光ビル  
1号館5階  
【氏名又は名称】 油井 透

出願人履歴情報

識別番号 [000113263]

1. 変更年月日 1990年 8月16日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都新宿区中落合2丁目7番5号  
氏 名 ホーヤ株式会社